



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F02C 7/24 (2018.02); F23R 3/16 (2018.02)

(21)(22) Заявка: 2013112151, 20.03.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.03.2013

Дата регистрации:  
16.07.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
21.03.2012 US 13/425,950

(43) Дата публикации заявки: 27.09.2014 Бюл. № 27

(45) Опубликовано: 16.07.2018 Бюл. № 20

Адрес для переписки:  
191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

МЕЛТОН Патрик Бенедикт (US),  
ВЕСТМОРЛЭНД Джеймс Хэролд (US)

(73) Патентообладатель(и):

Дженерал Электрик Компани (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2011/0179795 A1, 28.07.2011. US 2010/0011769 A1, 21.10.2010. US 2008/0295519 A1, 04.12.2008. US 2008/0245337 A1, 09.10.2008. RU 2300004 C2, 27.05.2007. RU 2249121 C1, 27.03.2005.

(54) Система (варианты) и способ демпфирования динамических процессов в камере сгорания

(57) Реферат:

Система для демпфирования динамических процессов в камере сгорания содержит микросмеситель, имеющий смесительные трубки, узел торцевой крышки, охватывающий указанные смесительные трубки и имеющий лицевую пластину и отражательную пластину, и по меньшей мере один кольцевой резонатор. Резонатор расположен внутри микросмесителя смежно с лицевой пластиной и отражательной пластиной и вокруг центральной топливной форсунки. Указанный по меньшей мере один

кольцевой резонатор имеет первую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с низкотемпературной стороны, вторую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с высокотемпературной стороны, и полость, по существу ограниченную указанными первой и второй стенками. Изобретение обеспечивает равномерное и эффективное демпфирование динамических процессов в камере сгорания. 3 н. и 15 з.п. ф-лы, 5 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

*F02C 7/24 (2018.02); F23R 3/16 (2018.02)*(21)(22) Application: **2013112151, 20.03.2013**(24) Effective date for property rights:  
**20.03.2013**Registration date:  
**16.07.2018**

Priority:

(30) Convention priority:  
**21.03.2012 US 13/425,950**(43) Application published: **27.09.2014** Bull. № 27(45) Date of publication: **16.07.2018** Bull. № 20

Mail address:

**191036, Sankt-Peterburg, a/ya 24, "NEVINPAT"**

(72) Inventor(s):

**MELTON Patrick Benedict (US),  
WESTMORELAND James Harold (US)**

(73) Proprietor(s):

**General Electric Company (US)**

## (54) SYSTEM (OPTIONS) AND METHOD FOR DAMPING DYNAMIC PROCESSES IN COMBUSTION CHAMBER

(57) Abstract:

FIELD: fuel combustion methods and devices.

SUBSTANCE: system for damping the dynamic processes in the combustion chamber contains a micromixer having mixing tubes, an end cover assembly surrounding said mixing tubes and having a face plate and a reflective plate, and at least one annular resonator. Resonator is located inside the micro-mixer adjacent to the face plate and reflective plate and around the central fuel injector. Said at least one annular resonator

has a first wall with apertures forming a system of openings at the low temperature side, a second wall with openings forming a system of openings on the high temperature side and a cavity substantially delimited by said first and second walls.

EFFECT: invention provides a uniform and effective damping of the dynamic processes in the combustion chamber.

18 cl, 5 dwg

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Варианты выполнения данного изобретения относятся в целом к газотурбинным двигателям и, более конкретно, к системам и способам демпфирования динамических процессов в камере сгорания.

## ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0002] Газовые турбины в целом используются или в режиме основной нагрузки, или в режиме частичной нагрузки. Режим работы под нагрузкой частично определяется количеством потребляемого топлива. Отклонения расхода топлива могут создавать динамические процессы в камере сгорания, которые могут распространяться по всей камере сгорания. Когда указанная газовая турбина находится в режиме основной нагрузки, максимальные значения показателей динамических процессов в камере сгорания являются в целом сравнительно низкими. Однако во время переходного режима или частичной нагрузки максимальные значения показателей динамических процессов в камере сгорания могут быть высокими. Кроме того, динамика пронзительного звука, рассматриваемая в целом как наиболее деструктивная форма динамики, может достичь более высоких уровней во время работы в режиме частичной нагрузки. Соответственно, существует необходимость в создании систем и способов демпфирования динамических процессов в камере сгорания.

## СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0003] Некоторые или все из вышеуказанных потребностей и/или проблем могут быть решены посредством конкретных вариантов выполнения данного изобретения. В соответствии с одним вариантом выполнения предложена система для демпфирования динамических процессов в камере сгорания. Указанная система содержит микросмеситель. Система также содержит по меньшей мере один кольцевой резонатор, расположенный внутри микросмесителя смежно с лицевой пластиной микросмесителя. Кольцевой резонатор имеет первую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с низкотемпературной стороны, вторую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с высокотемпературной стороны, и полость, по существу ограниченную первой стенкой и второй стенкой.

[0004] В соответствии с другим вариантом выполнения предложена другая система для демпфирования динамических процессов в камере сгорания. Указанная система содержит микросмеситель. Система также содержит по меньшей мере один кольцевой резонатор, расположенный внутри микросмесителя смежно с отражательной пластиной микросмесителя. Кольцевой резонатор имеет первую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с низкотемпературной стороны, вторую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с высокотемпературной стороны, и полость, по существу ограниченную первой стенкой и второй стенкой.

[0005] В соответствии с еще одним вариантом выполнения предложен способ демпфирования динамических процессов в камере сгорания. Указанный способ включает расположение по меньшей мере одного кольцевого резонатора внутри микросмесителя. Кольцевой резонатор имеет первую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с низкотемпературной стороны, вторую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с высокотемпературной стороны, и полость, по существу ограниченную первой и второй стенками.

[0006] Другие варианты выполнения, аспекты и признаки данного изобретения будут очевидны специалисту из приведенного ниже подробного описания, сопроводительных чертежей и прилагаемой формулы изобретения.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0007] Далее приведено описание со ссылкой на сопроводительные чертежи, которые не обязательно выполнены в масштабе и на которых

[0008] фиг.1 изображает схематический иллюстративный вид газотурбинного двигателя, содержащего компрессор, камеру сгорания и турбину в соответствии с вариантом выполнения;

[0009] фиг.2 изображает схематический иллюстративный вид микросмесителя в соответствии с вариантом выполнения;

[0010] фиг.3 изображает схематический иллюстративный вид кольцевого резонатора в соответствии с вариантом выполнения;

[0011] фиг.4 изображает схематический иллюстративный вид кольцевого резонатора в соответствии с вариантом выполнения;

[0012] фиг.5 изображает, схематический иллюстративный вид кольцевого резонатора в соответствии с вариантом выполнения.

### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0013] Ниже приведено более полное описание иллюстративных вариантов выполнения со ссылкой на сопроводительные чертежи, на которых показаны некоторые, но не все варианты выполнения. Данное изобретение может быть реализовано в различных формах, поэтому его не следует толковать как ограниченное приведенными в данном документе вариантами выполнения. В описании одинаковые ссылочные позиции относятся к одинаковым элементам.

[0014] Иллюстративные варианты выполнения относятся, среди прочего, к микросмесителям для камеры сгорания. Фиг.1 показывает схематический вид газотурбинного двигателя 10, который может использоваться применительно к данному документу. Как известно, газотурбинный двигатель 10 может содержать компрессор 15, который обеспечивает сжатие поступающего потока воздуха 20 и подачу потока сжатого воздуха 20 к камере 25 сгорания. Камера 25 сгорания 25 обеспечивает смешивание потока сжатого воздуха 20 с потоком топлива 30 под давлением и воспламенение указанной смеси для создания потока газообразных продуктов 35 сгорания. Хотя показана только одна камера сгорания 25, тем не менее, газотурбинный двигатель 10 может содержать любое количество камер 25 сгорания. Указанный поток газообразных продуктов 35 сгорания, в свою очередь, подается к турбине 40 для приведения ее в действие для производства механической работы. Производимая турбиной 40 механическая работа обеспечивает приведение в действие компрессора 15 с помощью вала 45 и внешней нагрузки 50, такой как электрогенератор и подобной ему.

[0015] Газотурбинный двигатель 10 может использовать природный газ, различные виды синтетических газов и/или другие виды топлива. Двигатель 10 может быть любым из числа различных газотурбинных двигателей, предлагаемых компанией General Electric Company of Schenectady, New York, включая, но, не ограничиваясь этим, те, которые относятся к мощному газотурбинному двигателю 7 или 9 серии, и подобных ему. Двигатель 10 может иметь различные конструктивные решения и может использовать другие типы компонентов.

[0016] Применительно к данному документу также могут использоваться газотурбинные двигатели других типов. Также могут использоваться множественные газотурбинные двигатели, турбины других типов и оборудование для выработки энергии других типов.

[0017] Фиг.2 изображает компонент камеры 25 сгорания, показанной на фиг.1, и, более конкретно, микросмеситель 100 или его часть. Микросмеситель 100 может

содержать топливную камеру 104, воздухозаборник 106 и смесительные трубки 108. В одном варианте выполнения подача топлива к топливной камере 104 обеспечивается топливной магистралью 102. Указанное топливо выходит из топливной камеры 104 и поступает в смесительные трубки 108 через одно или несколько отверстий 109, выполненных в трубках 108. Воздух направляется в смесительные трубки 108 через воздухозаборник 106 и смешивается с топливом с образованием топливно-воздушной смеси или рабочей текучей среды. Топливо-воздушная смесь выходит из смесительных трубок 108 и поступает в топочную камеру 111. Микросмеситель 100 может также содержать центральную топливную форсунку 112, предназначенную для подачи топлива непосредственно в топочную камеру 111.

[0018] Также в соответствии с фиг.2 смесительные трубки 108 могут содержать узел 114 торцевой крышки, охватывающий смесительные трубки 108 ниже по потоку от топливной камеры 104. Узел 114 торцевой крышки может содержатьлицевую пластину 116, расположенную около нижнего по потоку конца смесительных трубок 108.

Отверстие 118 для охлаждающего воздуха может быть расположено в указанном узле 114. Отверстие 118 направляет воздух из компрессора в узел 114 по промежуточному пространству между смесительными трубками 108. Отведенный воздух обеспечивает охлаждение смесительных трубок 108. Узел 114 может также содержать отражательную пластину 120, расположенную около лицевой пластины 116. Пластина 120 обеспечивает соударение потока охлаждающего воздуха с узлом 114.

[0019] Внутри узла 114 торцевой крышки вокруг центральной линии микросмесителя 100 может быть расположен один или несколько кольцевых резонаторов 122. Кольцевые резонаторы 122 могут быть прикреплены к лицевой пластине 116 и/или к отражательной пластине 120 внутри узла 114.

[0020] Как изображено на фиг.3-5, каждый кольцевой резонатор 122 может иметь первую стенку 124, полость 126 и вторую стенку 128. Первая стенка 124, полость 126 и вторая стенка 128 объединены с образованием резонатора 122. В конкретных иллюстративных вариантах выполнения кольцевой резонатор 122 может быть расположен вокруг центральной топливной форсунки 112. В других иллюстративных вариантах выполнения кольцевой резонатор 122 может быть расположен между соосными пучками смесительных трубок 108.

[0021] Первая стенка 124 может иметь боковую поверхность 130 и систему 132 отверстий, расположенных с низкотемпературной стороны. Первая стенка 124 может образовывать верхнюю по потоку сторону кольцевого резонатора 122. Первая стенка 124 может иметь некоторое количество отверстий, образующих систему 132 отверстий с низкотемпературной стороны. Указанная система 132 отверстий может быть выполнена с прохождением через боковую поверхность 130 первой стенки. Система 132 отверстий обеспечивает возможность поступления охлаждающего воздуха в кольцевой резонатор 122. Охлаждающий воздух обеспечивает охлаждение второй стенки 128 и может препятствовать обратному поступлению рабочей текучей среды в резонатор 122.

[0022] Отверстия в системе 132 могут быть выполнены и расположены так, что охлаждающий воздух проходит через каждое отверстие указанной системы 132. Такое решение может обеспечить возможность приема второй стенкой 128 достаточного количества охлаждающего воздуха, который, в конечном счете, выпускается из боковой поверхности 134 второй стенки.

[0023] Полость 126 может быть ограничена в виде кольцевого объема между боковой поверхностью 130 первой стенки и боковой поверхностью 134 второй стенки. В типичном

случае полость 126 является замкнутым объемом. На инерцию рабочей текучей среды, проходящей через систему 136 отверстий с высокотемпературной стороны, оказывает влияние объемная жесткость полости 126, создавая резонансные колебания скорости рабочей текучей среды, проходящей через указанную систему 136. Это колебание потока имеет в целом хорошо определенную собственную частоту и обеспечивает эффективный механизм для поглощения звуковой энергии. Таким образом, указанная полость 126 получает и поглощает звуковую энергию, поступающую от второй стенки 128, демпфируя динамические воздействия пронзительного звука.

[0024] Вторая сторона 128 может иметь боковую поверхность 134 и систему 136 отверстий с высокотемпературной стороны. Вторая сторона 128 может образовывать нижнюю по потоку сторону резонатора 122. Вторая сторона 128 принимает часть рабочей текучей среды. Указанная рабочая текучая среда направляется через вторую сторону 128 и проходит в полость 126. Вторая сторона 128 может иметь некоторое количество отверстий, образующих систему 136 отверстий с высокотемпературной стороны. Указанная система 136 может быть выполнена с прохождением через боковую поверхность 134 второй стороны.

[0025] Толщина второй стороны 128 является в целом длиной суженной части кольцевого резонатора 122. Длина суженной части, в типичном случае, является важным параметром при конструировании резонатора для демпфирования динамических воздействий с конкретной частотой. Вариант выполнения данного изобретения служит для демпфирования динамических воздействий пронзительного звука, которые могут возникнуть при частотах 1000 Гц или выше.

[0026] Отверстия в системе 136 выполнены и расположены так, что струя рабочей текучей среды, которая проходит через каждое отверстие системы 132 отверстий, направляется таким образом, что указанная струя соударяется с боковой поверхностью 136 второй стороны. В варианте выполнения количество отверстий, образующих систему 132 отверстий с низкотемпературной стороны, может быть меньше количества отверстий, образующих систему 136 отверстий с высокотемпературной стороны. Кроме того, в варианте выполнения размер каждого отверстия из указанной системы 132 отверстий может быть меньше размера каждого отверстия из указанной системы 136 отверстий. Вышеупомянутые характеристики могут обеспечивать соответствующее направление рабочей текучей среды и демпфирование динамических процессов в камере сгорания.

[0027] При эксплуатации резонатор 122 может быть настроен на подавление конкретной частоты динамических процессов, т.е. резонатор 122 может быть выполнен с возможностью подавления конкретной частоты динамических процессов путем изменения в нем размера и количества отверстий. Например, частоты динамических процессов сгорания могут изменяться в диапазоне приблизительно 1000-4000 Гц, кроме того, частоты динамических процессов сгорания могут возникать при любых частотах, превышающих приблизительно 1000 Гц.

[0028] Патентная заявка №11/732143, переуступленная авторам Bandaru и др., поданная 3 апреля 2007 года с номером публикации №2008/0245337, содержит резонатор и, соответственно, включена в данный документ посредством ссылки.

[0029] Кольцевой резонатор 122 описан в отношении микросмесителя 100, изображенного на фиг.2. Однако следует понимать, что указанный кольцевой резонатор может быть расположен вокруг центральной линии микросмесителя любой конструкции, включая, но, не ограничиваясь этим, сегментированный микросмеситель, описанный в патентной заявке США №13/423894, поданной 19 марта 2012 года, которая включена в данный документ посредством ссылки. Например, описанный выше кольцевой

резонатор может быть расположен внутри узла торцевой крышки около базовой конструкции форсунок, приведенной в патентной заявке США №13/423894.

[0030] Хотя описание вариантов выполнения изложено языком, конкретным для конструктивных элементов и/или способов, следует понимать, что данное описание не обязательно ограничено описанными конкретными элементами или способами. Точнее, указанные конкретные элементы и способы приведены для иллюстрации реализации данных вариантов выполнения.

#### (57) Формула изобретения

1. Система для демпфирования динамических процессов в камере сгорания, содержащая
  - микросмеситель, содержащий
  - смесительные трубки,
  - узел торцевой крышки, охватывающий указанные смесительные трубки и имеющий
  - лицевую пластину и отражательную пластину, и
  - по меньшей мере один кольцевой резонатор, расположенный внутри указанного микросмесителя смежно с лицевой пластиной и отражательной пластиной и вокруг центральной топливной форсунки, причем указанный по меньшей мере один кольцевой резонатор имеет
    - первую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с низкотемпературной стороны,
    - вторую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с высокотемпературной стороны, и
    - полость, по существу ограниченную указанными первой и второй стенками.
2. Система по п. 1, в которой указанный по меньшей мере один кольцевой резонатор расположен между соосными пучками смесительных трубок.
3. Система по п. 1, в которой система отверстий с низкотемпературной стороны расположена так, что каждое отверстие этой системы отверстий обеспечивает возможность, по существу, удара струи охлаждающего воздуха о боковую поверхность второй стенки.
4. Система по п. 1, в которой отверстий, образующих систему отверстий с низкотемпературной стороны, меньше, чем отверстий, образующих систему отверстий с высокотемпературной стороны.
5. Система по п. 1, в которой размер каждого отверстия системы отверстий с низкотемпературной стороны меньше размера каждого отверстия системы отверстий с высокотемпературной стороны.
6. Система по п. 1, в которой система отверстий с низкотемпературной стороны выполнена с возможностью направления охлаждающего воздуха через указанную полость.
7. Система по п. 1, в которой указанный по меньшей мере один кольцевой резонатор выполнен с возможностью подавления частот динамических процессов сгорания от приблизительно 1000 Гц или выше.
8. Система для демпфирования динамических процессов в камере сгорания, содержащая
  - микросмеситель, содержащий узел торцевой крышки, имеющий отражательную пластину, и
  - по меньшей мере один кольцевой резонатор, расположенный внутри указанного микросмесителя смежно с отражательной пластиной и имеющий

первую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с низкотемпературной стороны,

вторую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с высокотемпературной стороны, и

5 полость, по существу ограниченную указанными первой и второй стенками.

9. Система по п. 8, в которой указанный по меньшей мере один кольцевой резонатор расположен вокруг центральной топливной форсунки микросмесителя.

10. Система по п. 8, в которой указанный по меньшей мере один кольцевой резонатор расположен между соосными пучками смесительных трубок.

10 11. Система по п. 8, в которой система отверстий с низкотемпературной стороны расположена так, что каждое отверстие этой системы отверстий обеспечивает возможность, по существу, удара струи охлаждающего воздуха о боковую поверхность второй стенки.

12. Система по п. 8, в которой система отверстий с высокотемпературной стороны 15 расположена так, что каждое отверстие этой системы отверстий обеспечивает возможность по существу удара струи рабочей текучей среды о боковую поверхность первой стенки.

13. Система по п. 8, в которой количество отверстий, образующих систему отверстий с низкотемпературной стороны, меньше количества отверстий, образующих систему 20 отверстий с высокотемпературной стороны.

14. Система по п. 8, в которой размер каждого отверстия системы отверстий с низкотемпературной стороны меньше размера каждого отверстия системы отверстий с высокотемпературной стороны.

15. Система по п. 8, в которой система отверстий с низкотемпературной стороны 25 выполнена с возможностью направления охлаждающего воздуха через указанную полость.

16. Система по п. 8, в которой указанный по меньшей мере один кольцевой резонатор выполнен с возможностью подавления частот динамических процессов сгорания от приблизительно 1000 Гц или выше.

30 17. Способ демпфирования динамических процессов в камере сгорания, в котором располагают внутри микросмесителя по меньшей мере один кольцевой резонатор, причем указанный микросмеситель содержит смесительные трубки и узел торцевой крышки, охватывающий указанные смесительные трубки и имеющий лицевую пластину и отражательную пластину, при этом указанный по меньшей мере один кольцевой 35 резонатор расположен внутри указанного микросмесителя смежно с лицевой пластиной и отражательной пластиной и вокруг центральной топливной форсунки, причем указанный по меньшей мере один кольцевой резонатор имеет

первую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с низкотемпературной стороны,

40 вторую стенку с отверстиями, образующими систему отверстий с высокотемпературной стороны, и

полость, по существу ограниченную указанными первой и второй стенками, и

настраивают указанный по меньшей мере один кольцевой резонатор для подавления конкретной частоты динамических процессов сгорания.

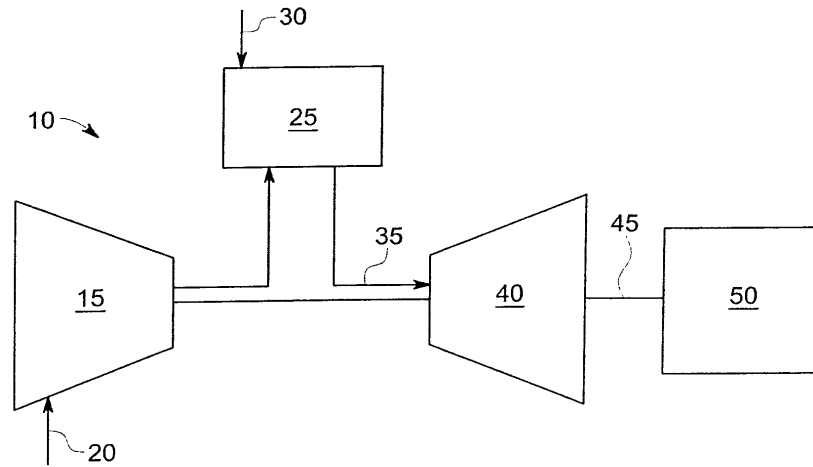
45 18. Способ по п. 17, в котором указанный по меньшей мере один кольцевой резонатор расположен смежно с отражательной пластиной или лицевой пластиной указанного микросмесителя.



1

Система (варианты) и способ демпфирования  
динамических процессов в камере сгорания

1/5

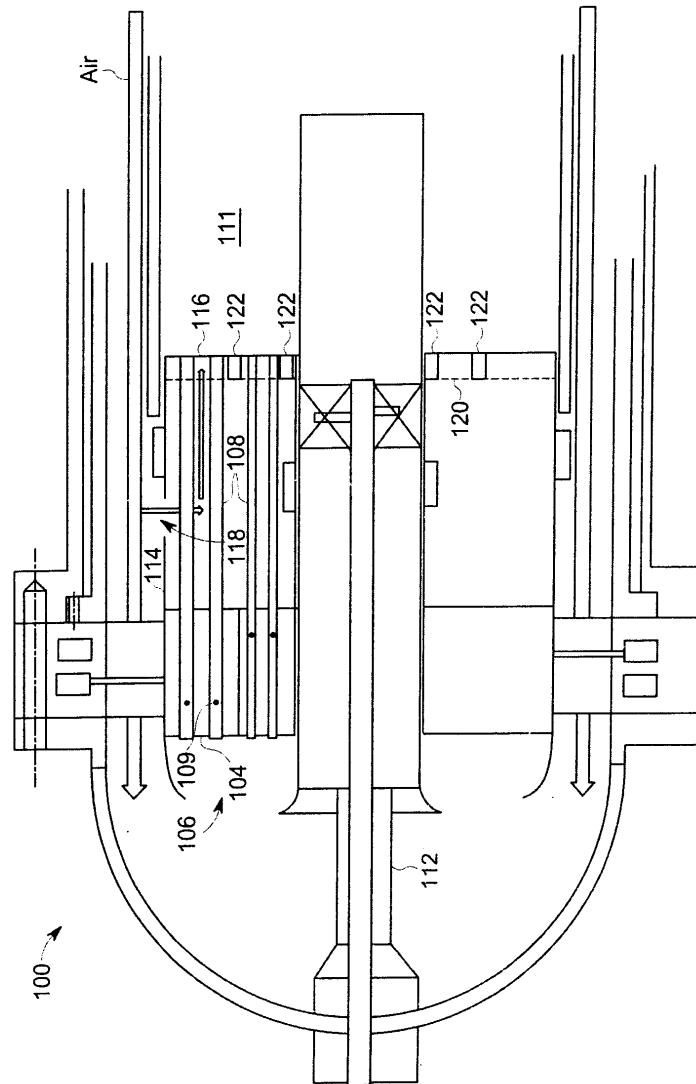


Фиг. 1  
Уровень техники

2

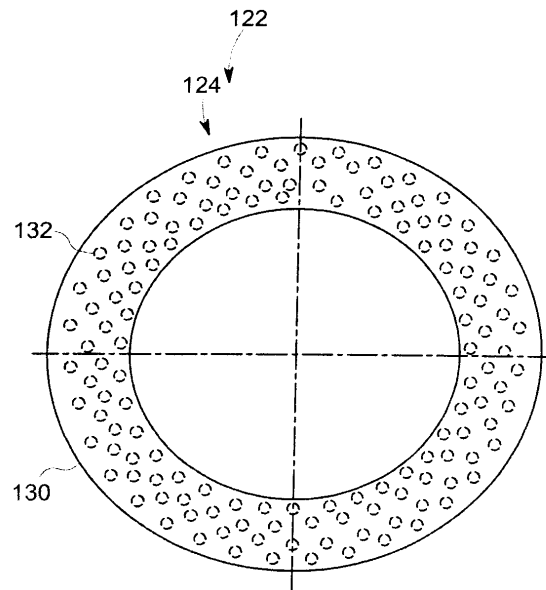
Система (варианты) и способ демпфирования  
динамических процессов в камере сгорания

2/5



Фиг.2

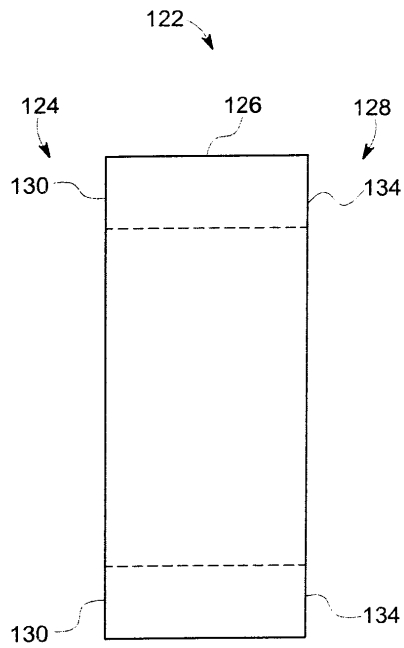
3/5



Фиг.3

Система (варианты) и способ демпфирования  
динамических процессов в камере сгорания

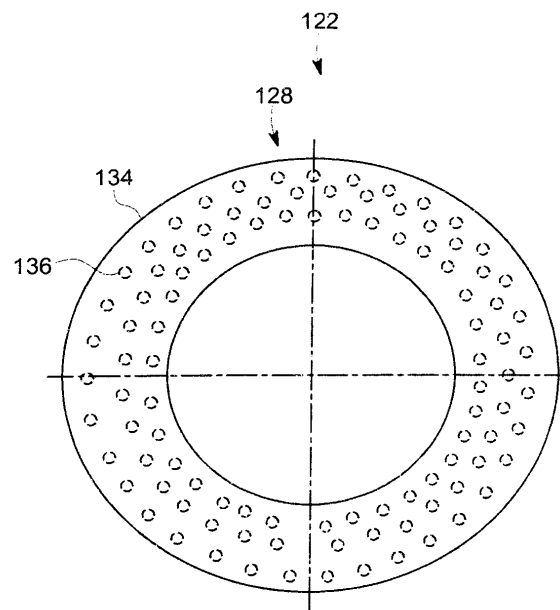
4/5



Фиг.4

Система (варианты) и способ демпфирования  
динамических процессов в камере сгорания

5/5



Фиг.5